

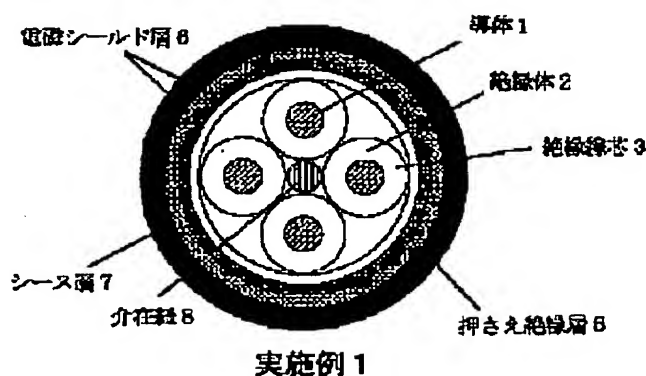
TELECOMMUNICATION CABLE

Patent number: JP11144532
Publication date: 1999-05-28
Inventor: HORIE YASUSHI; ONO RYOJI; YOKOYAMA KATSUHIRO; TANAKA MASAHIRO
Applicant: FURUKAWA ELECTRIC CO LTD
Classification:
- **International:** *H01B11/00; H01B11/06; H01B11/00; H01B11/02;*
(IPC1-7): H01B11/06; H01B11/00
- **European:**
Application number: JP19970307747 19971111
Priority number(s): JP19970307747 19971111

Report a data error here

Abstract of JP11144532

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a shield-layer-equipped quad-twist telecommunication cable having a characteristic impedance of 150 ± 10 (Ω), for use in LAN-to-LAN transmission with transmission speed at Gbit level. **SOLUTION:** In a telecommunication cable used in high-speed data transmission at 100 Mbps or more and comprising four insulated wire cores 3 twisted together in the form of a star-shaped quad and covered at their outsides with a holding insulating layer 5, an electromagnetic shield layer 6, and a sheath layer 7 made of a thermoplastic resin and located outside the layer 6, the radius (r) of a conductor 1 used as the insulated wire core 3, the distance D between two of the insulated wire cores arranged in point symmetry with respect to the center of the cable, and the twist pitch P of the quad meet $6.5 \leq D/r \leq 9$ and $7 \leq P/D \leq 18$.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-144532

(43)公開日 平成11年(1999) 5月28日

(51)Int.Cl.⁸H 0 1 B 11/06
11/00

識別記号

F I

H 0 1 B 11/06
11/00

J

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平9-307747

(22)出願日 平成9年(1997)11月11日

(71)出願人 000005290

古河電気工業株式会社
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72)発明者 堀江 靖

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
河電気工業株式会社内

(72)発明者 大野 良次

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
河電気工業株式会社内

(72)発明者 横山 桂広

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
河電気工業株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電気通信ケーブル

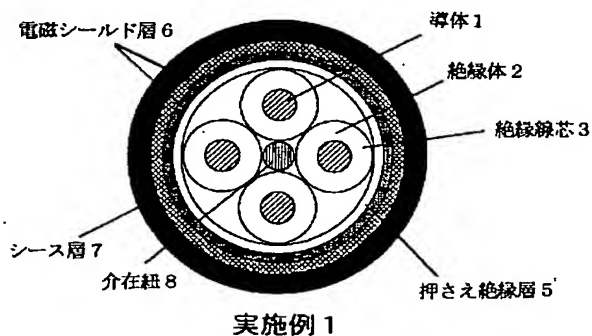
(57)【要約】

【課題】 伝送速度がGbitレベルのLAN間伝送用に使用される特性インピーダンスが $150 \pm 10(\Omega)$ のシールド層付きカッド撚り電気通信ケーブルを提供することにある。

【解決手段】 4本の絶縁線芯を星形カッド状に撚り合わせ、その外側に押さえ絶縁層、電磁シールド層、その外側に熱可塑性樹脂製シース層を順次被覆した100Mbps以上の高速データ伝送に使用される電気通信ケーブルにおいて、絶縁線芯に使用される導体の半径 r とケーブルの中心に対して点对称に配置された2本の絶縁線芯の導体間距離 D およびカッドの撚ピッチ P が

$$6.5 \leq D/r \leq 9 \quad (1)$$
$$7 \leq P/D \leq 18 \quad (2)$$

であることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 外径が等しい 4 本の絶縁線芯を星形カッド状に撚り合わせ、その外側に押さえ絶縁層を被覆し、その外側に電磁シールド層を形成し、その外側に熱可塑性樹脂製シース層を施し、100Mbps 以上の高速データ伝送に使用される電気通信ケーブルにおいて、絶縁線芯に使用される導体の半径 r とケーブルの中心に対して点対称に配置された 2 本の絶縁線芯の導体間の特性インピーダンスが 10MHz 以上の周波数帯域で 150 ± 10 (Ω) でかつ、前記点対称に配置された 2 本の絶縁線芯の導体間距離 D およびカッドの撚ピッチ P が

$$6.5 \leq D/r \leq 9 \quad (1)$$

$$7 \leq P/D \leq 18 \quad (2)$$

であることを特徴とする通信ケーブル。

【請求項 2】 前記絶縁線芯の絶縁体の誘電率が 1.75 から 2 の範囲内であり、かつ前記押さえ絶縁層と絶縁線芯を構成する絶縁体との総厚さ T 、導体間隔 D 、導体半径 r の関係が、

$$T/D = 1986.1 - 1380.8 \cdot (D/r) + 399.4 \cdot (D/r)^2 - 61.475 \cdot (D/r)^3 + 5.3079 \cdot (D/r)^4 - 0.24368 \cdot (D/r)^5 + 0.00465 \cdot (D/r)^6 \quad (3)$$

の回帰式を満足する請求項 1 記載の電気通信ケーブル。

【請求項 3】 前記各絶縁線芯の間に比誘電率が 2.3 以下の介在を介在させたことを特徴とする請求項 1 記載の電気通信ケーブル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、SCSI 伝送よりも高速な 100Mbps 以上の信号伝送を行うコンピュータインターフェース用、あるいは伝送速度が Gbit レベルの LAN 間伝送用に使用される特性インピーダンスが 150 ± 10 (Ω) のシールド層付きカッド撚り構造の電気通信ケーブルに関するものである。

【0002】

【従来の技術】最近、LAN や高速インターフェース用の伝送媒体として平衡ケーブルが使用されるケースが増えている。平衡ケーブルとして一般に、ツイストペア型とカッド撚り型のものとがある。一般に、前述した高速データ伝送の用途では、ツイストペア型ケーブルが主に使用されている。しかし、信号伝送用の伝送路として 2 回線必要な場合、対撚ケーブルの 2 対構造では大きな収納体積を占めるものとなる。また更に、回線間の漏話を考慮して対撚線毎にシールドを施す場合、 100Ω 以上の特性インピーダンスにするにはケーブル外径が大きく、ケーブルが硬く曲げ難く且つ重いものとなる。

【0003】他方、カッド撚り型ケーブルは、対撚線に比べ 4 線芯の収納性が良く、2 回線必要な場合には、2 対ケーブルに比べ外径を小さくできる。しかし、ツイストペア型ケーブルのように数十 Mbps 以上の高速伝送に使用された実績が少ない。また、カッド撚り型ケーブル

については、電話用ケーブルとして過去に多数の研究論文が発表されている。かかる多くの発表論文には、特性インピーダンスが約 160Ω で、カッドの対角に位置する 2 本の絶縁線芯の導体間距離 D と導体径 r の関係を $5 \leq D/r \leq 12$ (好ましくは $5 \leq D/r \leq 7$) とした複数カッド撚り型ケーブルが記述されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】前記したように、ツイストペア型ケーブルでは、ケーブル外径が大きく、硬く、更に重いものとなる欠点があった。また、カッド撚り型ケーブルについては、過去において上記したように導体間距離 D と導体径 r の好ましい関係が特定されていたが、一般に高い周波数帯域での耐ノイズ特性向上の目的からカッド撚りの周囲にシールド層を施し特性インピーダンスを $150(\Omega)$ とするには、対角に位置する導体間隔を大きくする必要があり、上記条件の $5 \leq D/r \leq 7$ を採用することができない。この場合、一般に空気層を多く含む絶縁体を導体上に被覆する方法がとられるが、カッド撚りした際に絶縁体が潰れる可能性が高い。また絶縁体を潰れ難くする為にピッチ長を長くすると、 100MHz 以上の周波数で近端漏話が大きくなる欠点があった。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明はかかる点に鑑みなされたもので、外径が等しい 4 本の絶縁線芯を星形カッド状に撚り合わせ、その外側に押さえ絶縁層を被覆し、その外側に電磁シールド層を形成し、その外側に熱可塑性樹脂製シース層を施し、100Mbps 以上の高速データ伝送に使用される電気通信ケーブルにおいて、絶縁線芯に使用される導体の半径 r とケーブルの中心に対して点対称に配置された 2 本の絶縁線芯の導体間の特性インピーダンスが 10MHz 以上の周波数帯域で 150 ± 10 (Ω) でかつ、前記点対称に配置された 2 本の絶縁線芯の導体間距離 D およびカッドの撚ピッチ P が

$$6.5 \leq D/r \leq 9 \quad \dots (1)$$

$$7 \leq P/D \leq 18 \quad \dots (2)$$

であることを特徴とする。

【0006】また、絶縁線芯を被覆する熱可塑性樹脂は誘電率が 2.3 より小さいものを使用する。特にポリエチレンを発泡させることによって、誘電率を 1.75 から 2 の間で制御した絶縁線芯を使用する時に、カッド撚りされた 4 本の絶縁線芯の内、ケーブルの中心に対して点対称に配置された絶縁線芯の導体間の特性インピーダンスを 150 ± 10 (Ω) に設定するために、カッド撚の上に被覆される押さえ絶縁層と絶縁線芯を構成する絶縁体との総厚さ T と導体間隔 D 、導体径 d の関係を以下の回帰式を満足するようにする。

$$T/D = 1986.1 - 1380.8 \cdot (D/r) + 399.4 \cdot (D/r)^2 - 61.475 \cdot (D/r)^3 + 5.3079 \cdot (D/r)^4 - 0.24368 \cdot (D/r)^5 + 0.00465 \cdot (D/r)^6$$

ケーブル中心に対して点対称に位置する導体間に必要に

応じて電気通信ケーブルの断面方向の中心にカッド構造防止のため比誘電率が2.3以下の介在を入れる。

【0007】

【発明の実施の形態】このようにカッド撚りケーブルにおいて、絶縁線芯に使用される導体の外径 d と対角に位置する導体間の距離 D の関係が $6.5 \leq D/r \leq 9$ となる様に構成することによって、カッド撚りケーブルで100MHz～1GHzの周波数帯域で減衰量特性が良好になる。

【0008】カッド撚りピッチについては、1Gbps程度の高速度データ伝送を行うには近端漏話減衰量を1GHzで0.05%以下にするのが好ましく、カッド撚りピッチ P を $P/D \leq 1/8$ の範囲に特定することで達成することができる。また、誘電率が2.3より小さい絶縁体を使用することにより、減衰量を低減しケーブル外径を小さくできる効果がある。

【0009】1Gbps以上の高速伝送が検討されている特性インピーダンス150Ωの平衡ケーブルとするには、カッド撚の上に被覆された押さえ巻き絶縁層と絶縁線芯を構成する絶縁体との総厚さ T と導体間隔 D 、導体半径 r を以下の回帰式を満足するようにすることにより、ケーブルの特性インピーダンスを $150 \pm 10 \Omega$ の範囲にすることができる。

$$T/D = 1986.1 - 1380.8 \cdot (D/r) + 399.4 \cdot (D/r)^2 - 61.475 \cdot (D/r)^3 + 5.3079 \cdot (D/r)^4 - 0.24368 \cdot (D/r)^5 + 0.00465 \cdot (D/r)^6$$

*

*カッド撚の中心に介在を入れるのはカッド形状を崩れ難くし、漏話特性を劣化させ難くするためである。

【0010】以下、上記のとおり数値限定した根拠について説明する。まず始め、図7に示すように、周波数に対する減衰量特性を測定する目的で、直径0.65mmの錫メッキ軟銅線の導体1に絶縁体2の厚さを変えて仕上り外径2.5mm、2.4mm、2.3mm、2.2mm、2.1mm、2.0mm、1.9mm、1.8mm、1.7mm、1.6mm、1.5mmの絶縁線芯3を用意し、それぞれをカッド撚りしてカッド撚線芯4を構成した。

【0011】次に、4芯のカッド撚線芯4の上に0.2mmの厚みを持つ絶縁テープで押さえ巻きを施して押さえ絶縁層5を構成し、その上にアルミベットのテープを巻くことによって電磁シールド層6を形成した。このようにしてシールド層6とカッド撚線芯4との間に押さえ絶縁層5によって間隔を設けた。このようにして製造された導体間距離を変えた電気通信ケーブルの実験例1～11の11種類を表1に示すよう製造し、導体間距離がケーブルの伝送特性に影響を及ぼすか否かを調査した。具体的には、各サンプルをそれぞれ長さ20mについて周波数1MHzから1GHzの範囲で減衰量を測定した。この際、ケーブルの特性インピーダンスの外径による変化を無視した。その測定結果の主要なものを図8～10に示す。

【0012】

【表1】

表1 実験例構造

	実験例1	実験例2	実験例3	実験例4	実験例5	実験例6	実験例7	実験例8	実験例9	実験例11	実験例12
導体径	0.65mm錫メッキ軟銅単線										
絶縁体	架橋ポリエチレン										
絶縁外径	2.5	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5
導体間距離	3.54	3.39	3.25	3.11	2.97	2.83	2.69	2.55	2.40	2.26	2.12
カッド径	6.04	5.79	5.55	5.31	5.07	4.83	4.59	4.35	4.10	3.86	3.62
押さえ巻き	プラスチックテープ0.2mm厚										
シールド層1	アルミラミネートベットのテープ(10A12P)										
シールド層2	0.1mmφ錫メッキ軟銅線 編組シールド										
シース	PVC (シース厚さ0.56mm)										

【0013】この結果、絶縁外径が大きく導体間距離が大きい実験例1のサンプルは100MHz以上の周波数帯域で減衰量の変動が大きかった。導体間距離を小さくした実験例5では、変動が改善されたものの700MHz以上の帯域でやや変動が認められた。更に絶縁外径を小さくした実験例7では周波数変動が認められなくなった。(ここで変動としているのは短い周期で起こっている小さい変動ではなく、図に矢印で示した大きな変動のことである。)

【0014】100MHz以上の減衰量特性に実験例1のよう

に変動が認められるものは×とし、実験例5のようにやや変動が認められるものは△、実験例7のように変動が認められないものは○としてそれぞれを判定すると、表2に示す結果となった。これにより、導体間隔 D が小さくなると変動が無くなっていくことが確認された。ここで、表2において D/r の値を示したのは、平衡ケーブルの高周波帯域での変動の要因であるインダクタンスと静電容量は、 D/r の関数として表せるので変動が起こるケーブル構造上の指標として有効と考えたからである。これによると $D/r < 9$ であれば変動が認められなくなる。

【0015】

* * 【表2】

表2 結果

	導体間距離D	D/r	判定
実験例1	3.54	10.89	×
実験例2	3.39	10.43	×
実験例3	3.25	10.00	×
実験例4	3.11	9.56	×
実験例5	2.97	9.14	△
実験例6	2.83	8.71	○
実験例7	2.69	8.28	○
実験例8	2.55	7.85	○
実験例9	2.40	7.38	○
実験例10	2.26	6.95	○
実験例11	2.12	6.52	○

【0016】以上の検討の妥当性を確かめるために、導体径を変えた確認サンプルを5種類（確認例1～5）製造して周波数1MHzから1GHzまでの減衰量特性を測定した。その結果を表3に示す。

【0017】

【表3】

表3 確認例構造

		確認例1	確認例2	確認例3	確認例4	確認例5
導体		錫メッキ軟銅撚線	錫メッキ軟銅線	錫メッキ軟銅線	錫メッキ軟銅撚線	錫メッキ軟銅線
	サイズ	7/0.16 0.48mm	1/0.65	1/0.511	7/0.20 0.60mm	7/0.10
絶縁線	絶縁体	架橋ポリエチレン	架橋ポリエチレン	架橋ポリエチレン	架橋ポリエチレン	架橋発泡ポリエチレン
	外径	0.80	1.25	0.94	0.90	0.75
集合撚		1.5mmφポリエチレン介在紐とともに絶縁線4芯と0.8mmφ介在紐4本撚合わせ	カッド撚	カッド撚	カッド撚	カッド撚
押え巻き		プラスチックテープラップ巻き	無し	無し	無し	無し
シールド層		アルミ・ベットラミネートテープ	無し	無し	無し	アルミ・ベットラミネートテープ
シース		PVC	PVC	PVC	PVC	PVC

【0018】確認例1は、露悪実験である。先に、絶縁線芯の絶縁体厚が大きい場合のカッド撚線芯の例は実験例1で示したが、ここでは、導体径および絶縁外径を小さくした絶縁線芯を用い、導体半径と変わらない程度の絶縁体厚で被覆した絶縁線芯を用いて、導体間隔Dと導体半径rとの関係が $D/r > 9$ になるような太い中心介在を介在させたサンプルを製造し、実験した。

【0019】具体的には、図11および表3に示したように1.5mmφのポリエチレン介在紐の周りに絶縁線芯0.80mmを4芯と0.8mmのポリエチレン介在紐4本を交互に配列して集合撚りし、各絶縁線芯がケーブル断面の中心点から等しい距離にあり中心点からみた位置が互いに90度づつずれた構造のカッドケーブルとした。こうすることで、介在紐中心に対して 点対称に位置する絶縁線芯間

の導体間隔は、 $(1.5+0.80)\text{mm}$ となり、 $D/r=2\cdot(1.5+0.80)/0.48=9.58>9$ となる。

【0020】確認例2、3、4、は、シールド層無しのカッド撚り構造のケーブルであり、シールド層が無い場合であっても、 $D/r<9$ であれば100MHz以上の減衰量周波数特性が変動しないことを確かめるための実験である。

【0021】確認例2は、0.65mmの錫メッキ軟銅単線にポリエチレンを外径が1.25mmになるように被覆した絶縁線芯をカッド撚したのち、PVCでジャケットを施したサンプルである。

【0022】確認例3は、0.5mmの錫メッキ軟銅単線にポリエチレンを外径が0.94mmになるように被覆した絶縁線芯をカッド撚したのち、同様にPVCでジャケットを施したサンプルである。

【0023】確認例4は、導体に単線ではなく撚線を使用した例で、0.1mmの錫メッキ軟銅単線を7本撚合わせた導体にポリエチレンを外径が0.90mmになるように被覆した絶縁線芯をカッド撚したのち、同様にPVCでジャケットを施したサンプルである。

【0024】確認例5は、比較例より絶縁外径が小さい絶縁線芯でカッド撚した場合で、シールド層を設けたタイプである。

【0025】以上の確認例をケーブル長が5mで評価した。その結果、表4に示すように、確認例1は減衰量周波数特性に変動が有り、確認例2～5は、変動が無いことが確認できた。これより、導体径を変えた場合でも $D/r>9$ であれば周波数特性が変動し、 $D/r\leq 9$ であれば変動しないことが確認された。

【0026】

【表4】

表4 結果

	導体間距離D	$2D/d$	判定
確認例1	2.30	9.58	×
確認例2	1.77	5.45	○
確認例3	1.33	5.32	○
確認例4	1.27	5.08	○
確認例5	2.97	7.07	○

【0027】なお、 $D/r>9$ となる実験例1のサンプルに、図12に示す1GbpsのNRZ信号のアイパターンをランダムなパターンで伝送させたときのアイパターンをみると図13に示すとおりであり、アイパターンが確認できなく、高速データ伝送用として好ましくないことが予想される。また、導体と導体間隔を $D/r\geq 6.5$ に設定したのは、導体と導体間隔を $D/r<6.5$ となっている場合に、本発明のシールド付きのカッドケーブルで150Ωとするにはカッド撚した絶縁線芯の回りになん厚く絶縁層を施す必要があり実用的でないためである。以上の結果から数式(1)の数値が特定された。

【0028】次に数式(2)の根拠について説明する。近端漏話減衰量は、一般に0.5%以下にするのが好ましい。このためカッド撚ピッチの長さを小さくすることで漏話減衰量が低減できるかを、表5に示す構造のサンプルで検討した。近端漏話の測定は、パルスジェネレータによってカッド撚の対角に位置する絶縁線芯間に振幅180mVの1GbpsのNRZ信号をランダムなパターンで入力し、近端側の残りの絶縁線芯間に漏話してくる信号をオシロスコープで検出した。実験例3の近端漏話の電圧を図14に示す。漏話の評価は、図14に示された振幅の大きさを測定して判断した。実験したケーブルの構造と漏話電圧の評価結果も表5に示した。

【0029】

【表5】

表5 近端漏話確認実験

		実験例1	実験例2	実験例3	実験例4	実験例5
導体	材質	錫メッキ 軟銅線	錫メッキ 軟銅線	錫メッキ 軟銅線	錫メッキ 軟銅線	錫メッキ 軟銅線
	サイズ	1/0.65	1/0.65	1/0.65	1/0.65	1/0.65
絶縁線	絶縁体	架橋発泡 ポリエチレン	架橋発泡 ポリエチレン	架橋発泡 ポリエチレン	架橋発泡 ポリエチレン	架橋発泡 ポリエチレン
	外径	1.7mm	1.7mm	1.7mm	2.0mm	2.0mm
カッド燃		50mm	35mm	25mm	50mm	35mm
押え巻き、 シールド、 シース		実験例と同一				
p/D		20.80	14.56	10.40	17.68	12.37
近端漏話 電圧(mV)		25.00	8.13	7.81	11.88	7.81

【0030】漏話してくる信号電圧と実験したサンプルのカッド燃ピッチの関係(p/D)をプロットすると図15となる。このプロットについて3次の多項式近似を行うと、近端漏話電圧： $V_n = -48.843 + 13.848 \cdot (p/D) - 1.121 \cdot (p/D)^2 + 0.030099(p/D)^3$ と表せる。

【0031】目標値である近端漏話減衰量0.5%以下、即ち23dB以下となるのは、入力電圧が180mVであるから $23 = -20 \cdot \log(V_n/180)$ 式から $V_n = 12.75\text{mV}$ 以下となる。上記多項式で12.75以下となるのは、p/Dが18以下の時である。これにより、カッド燃ピッチPを $P/D \leq 18$ の範囲で特定する必要があることがわかる。

【0032】また、下限値として7を設定したのは、7未満にするとカッドの絶縁線芯が互いに押しつぶし合い、星型カッドの形状を維持できなくなる。これが、数式(2)の数値限定をした理由である。

【0033】ここで、本発明が目的としているのは、特性インピーダンスの値が $150 \pm 10(\Omega)$ となるケーブルである。以上のように導体外径と導体間距離との関係を $D/r < 9$ と特定するとカッド燃したケーブルに直接シールドを施して10MHz以上の周波数帯域で $150 \pm 10(\Omega)$ の範囲の特性インピーダンスを確保するには絶縁線芯に被覆する絶縁材料として比誘電率が1.56以下の絶縁体を使用する必要がある。この場合、絶縁体としてポリエチレンを使用すると約60%以上の高発泡率が必要となる。

【0034】50%以上に発泡させたポリエチレンを被覆

した絶縁線芯は、側圧による潰れが生じやすく：上記に数値限定した $7 \leq P/D \leq 18$ の範囲となるような燃ピッチで絶縁体の潰れが無いようにカッド燃するのは困難である。15から30%程度の発泡率のポリエチレンで被覆した絶縁線芯であればカッド燃の際の側圧程度では潰れにくい。この程度の発泡率の絶縁線芯で $6.5 < D/r < 9$ の範囲を満足するようにカッド燃りして $150 \pm 10(\Omega)$ の特性インピーダンスとするには、シールド層とカッド燃された絶縁線芯表面との間にスペーサを設ける必要がある。スペーサの厚さは、絶縁線芯の外径によって異なり、絶縁線芯の外径が小さい場合は絶縁線芯の外径が大きい場合よりも厚めにする必要がある。

【0035】ここで、以下の実験を行った。導体外径0.65mmの錫メッキ軟銅単線の上に発泡率20%の発泡ポリエチレン材でその厚さを変えて絶縁外径の異なる11種類の絶縁線芯をした。各々の外径の絶縁線芯をカッド燃りし、シールド層とカッド燃り表面との間に絶縁層としてポリエチレンテープを重ね巻きし、10MHz以上の周波数帯域でカッド燃りの対角に位置する絶縁線芯の導体間の特性インピーダンスが $150 \pm 5(\Omega)$ になるようにし、そのときのテープ巻きの厚さを測定した。導体外径0.50mmの導体についても同様に11種類作成し、同様の測定を行った。この結果を表6に示す。

【0036】

【表6】

表6

使用導体	0.65mm錫メッキ軟銅単線		0.50mm錫メッキ軟銅単線	
	絶縁外径(mm)	テープ厚(mm)	絶縁外径(mm)	テープ厚(mm)
	1.40	3.0	1.1	3.0
	1.50	1.8	1.2	1.2
	1.60	1.1	1.3	0.75
	1.70	0.8	1.4	0.50
	1.80	0.6	1.5	0.35
	1.90	0.5	1.6	0.25
	2.00	0.4	1.7	0.15
	2.10	0.3	1.8	0.1
	2.20	0.2	1.9	0
	2.30	0.1	—	—
	2.40	0	—	—

【0037】かかる導体外径 0.65mm錫メッキ軟銅撚線を使用した結果と導体外径0.50mm錫メッキ軟銅撚線を使用した結果をD/rとT/D（D：カッド撚外径、d：導体外径、T：押さえ巻き絶縁層と絶縁線芯を構成する絶縁体の厚さ）との関係を各例についてプロットすると 図16に示す通りとなり、プロットは以下の近似式で表される。

$$T/D = 1986.1 - 1380.8 \cdot (D/r) + 399.4 \cdot (D/r)^2 - 61.475 \cdot (D/r)^3 + 5.3079 \cdot (D/r)^4 - 0.24368 \cdot (D/r)^5 + 0.00465 \cdot (D/r)^6$$

これらの結果を請求項1及び2で特定した。

【0038】

【実施例】以下本発明を図1～3にそれぞれ図示した実施例により説明する。図は通信ケーブル全体を示す断面図であり、1は導線、2はその上に被覆された絶縁体、3は錫メッキ軟導線1と絶縁体2とで構成された絶縁線芯、4は絶縁線芯3がカット撚りして構成されたカット撚線芯、5はカット撚線芯4の上を覆うように巻き付けられた押さえ絶縁層、6はその上に被覆された電磁シールド層、7は電磁シールド層の上に被覆されたシース層、8はカット撚りされた絶縁線芯の中心に配置された介在紐である。

【0039】図1に示す実施例1の導線1は、直径0.65mmの錫メッキ軟導線を用いた。絶縁体2は約50%発泡させた高密度ポリエチレンで外径が2.0mmになるように被覆して形成した。介在紐8は直径0.8mmのポリエチレン製のものをうい、その周りに前記したように形成した絶縁線芯3の4本を星型カッド状に撚合させて集合撚した。集合撚ピッチは40mmとした。

【0040】押さえ絶縁層5は、前記集合撚りされたカット撚線芯4の外側に、15mm幅0.22mm厚の不織布をテープ幅の1/3がラップするように巻くことにより形成した。電磁シールド層6はアルミニウムとポリエステルを

ラミネートしたテープをアルミニウムの面が外側になるようにラップ巻きし、その上に直径0.1mmの錫メッキ軟導線で編組したものを被覆することにより形成した。シース層7は0.6mm厚のPVCをパイプ状に被覆することにより構成した。

【0041】図2に示す実施例2の絶縁線芯3は、直径0.65mmの錫メッキ軟導線に約20%発泡させた高密度ポリエチレンで外径が2.0mmになるように被覆することにより構成した。この絶縁線芯3の4本を前記と同じ介在紐8の周りに星型カッド状に撚合させて集合撚し、カッドを構成した。集合撚ピッチは40mmとした。集合撚したカット撚線芯4の外側に15mm幅0.41mm厚の不織布をテープ幅の1/3がラップするように巻いて押さえ巻きによる押さえ絶縁層5を構成した。電磁シールド層6およびシース層7の形成方法は上記と同様である。

【0042】実施例3は、直径0.65mmの錫メッキ軟導線による導体1の上に約20%発泡させた高密度ポリエチレンで外径が1.6mmになるように被覆して絶縁線芯3を構成した。同様に直径0.8mmのポリエチレン製の介在紐8の周りに前記したように形成した絶縁線芯4本を星型カッド状に撚合させて集合撚した。このときのカッド撚ピッチは20mmとした。カット撚線芯4の外側に0.41mm厚の不織布をラップ巻きし、この例ではさらにその上に0.41mm厚の不織布をラップ巻きし、押さえ絶縁層5を2重に構成した。電磁シールド層6とシース層7は先の2つの実施例と同様に形成した。

【0043】上記3つの実施例は、2.0mmおよび1.6mmの絶縁線芯3がカッド状に配列されるから導体間隔Dは、 $2.0 \times \sqrt{2} = 2.83\text{mm}$ 、 $1.6 \times \sqrt{2} = 2.26\text{mm}$ となり、導体径dが0.65mmであるからそれぞれD/rは、実施例1・2で8.71また実施例3で6.95であり、ともに9以下の条件を満足する。カッド撚ピッチPについてもP/Dの値は、それぞれ実施例1・2で14.83、実施例3で8.85となり、とも

に18以下の条件を満足している。

【0044】また、押え巻き厚さについて発泡率が小さい実施例2および3において、実施例2は、0.41mm厚さの不織布をテープ幅の1/4がラップするようにしているので、厚さは等価的に0.55mmとなり、また実施例3は2重に巻いているので1.1mmの厚さで押え巻きしたことになる。よって、実施例2は $D/r=2.83 \times 2 / 0.65=8.7$ 、 $T/D=0.55 / 2.83=0.19$ 、実施例3は、 $D/r=2.26 \times 2 / 0.65=6.95$ 、 $T/D=1.1 / 2.26=0.49$ でいずれも以下の回帰式に従って厚さが調整されている。

$$T/D=1986.1-1380.8 \cdot (D/r)+399.4 \cdot (D/r)^2-61.475 \cdot (D/r)^3+5.3079 \cdot (D/r)^4-0.24368 \cdot (D/r)^5+0.00465 \cdot (D/r)^6$$

これら実施例による電気通信ケーブルは、押さえ絶縁層5を、必要に応じて設けられる介在紐を介して4本の絶縁線芯3が星形カッド状に撚合わせた上に、熱可塑性樹脂をパイプ状に押し出し成形するなどの手段を用いて形成することもできる。

【0045】かかる実施例1～3の特性インピーダンス及び近端漏話の測定値は表7に示す通りであった。また各実施例の減衰量一周波数特性はそれぞれ図14～16に示す通りであった（長さ20mで測定）。このことから、かかる実施例1～3は、いずれも100MHz以上1GHzの周波数帯域で特性インピーダンスが $150 \pm 10(\Omega)$ の範囲内であり、近端漏話は12.75mV以下となっていることが確認できた。また減衰量の周波数特性についても100MHz以上の周波数帯域において変動が無く良好であった。ケーブル外径については、いずれも約8mmとなり、実際の配線上で特に問題とならない値である。

【0046】

【表7】

表 7

	特性インピーダンス	近端漏話
実施例 1	150.0 Ω	8.5mV
実施例 2	153.5 Ω	6.3mV
実施例 3	154.3 Ω	7.0mV

(180mV ランダムパルス1GHzNRZ信号入力)

【0047】

【発明の効果】本発明によれば、上記のように導体半径

r、導体間距離D、集合撚ピッチp、集合撚とシールドまでの距離Tの関係を上記のように数値限定することで、100MHz以上の周波数帯域で安定して伝送できる特性インピーダンス $150 \pm 10(\Omega)$ のカッド型の電気通信ケーブルを構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示す断面図である。

【図2】本発明の第2の実施例を示す断面図である。

【図3】本発明の第3の実施例を示す断面図である。

10 【図4】本発明の第1の実施例における減衰量一周波数特性図である。

【図5】本発明の第2の実施例における減衰量一周波数特性図である。

【図6】本発明の第3の実施例における減衰量一周波数特性図である。

【図7】本発明を発明するために行った実験例の断面図である。

【図8】実験例1の減衰量一周波数特性図である。

【図9】実験例5の減衰量一周波数特性図である。

20 【図10】実験例7の減衰量一周波数特性図である。

【図11】本発明の効果を確認するために行った確認例の断面図である。

【図12】測定時におけるアイパターン入力波形図である。

【図13】実験例1のアイパターンである。

【図14】実験例3の近端漏話波形図である。

【図15】実験例における近端漏話とP/Dとの関係を示す特性図である。

30 【図16】実験例における2D/dとT/dとの関係を示す特性図である。

【符号の説明】

1は導体、

2は絶縁体、

3は絶縁線芯

4はカッド撚線芯、

5は押さえ絶縁層、

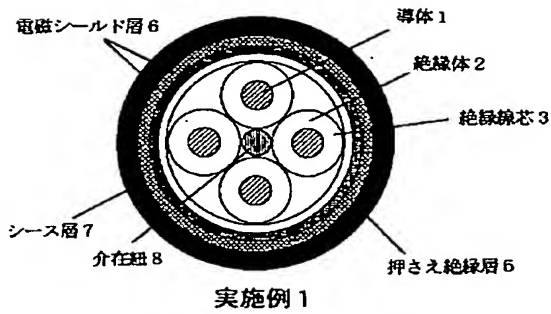
6は電磁シールド層、

7はシース層、

8は介在紐

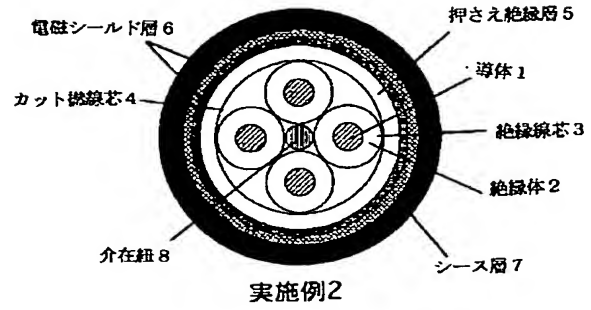
である。

【図 1】



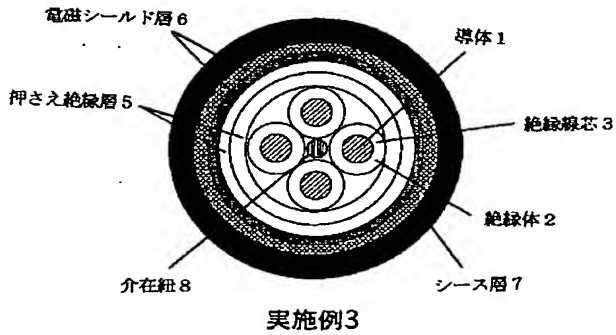
実施例 1

【図 2】



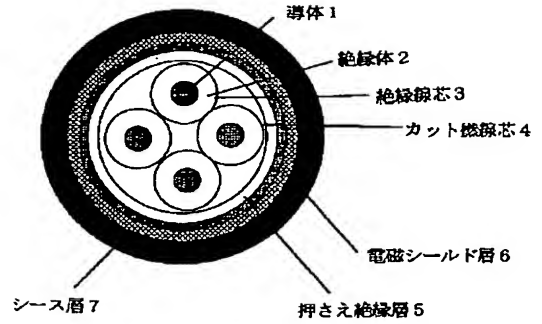
実施例 2

【図 3】

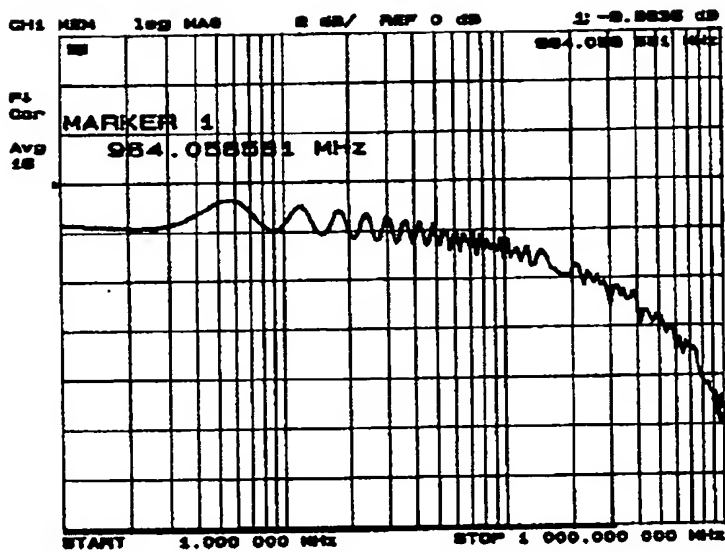


実施例 3

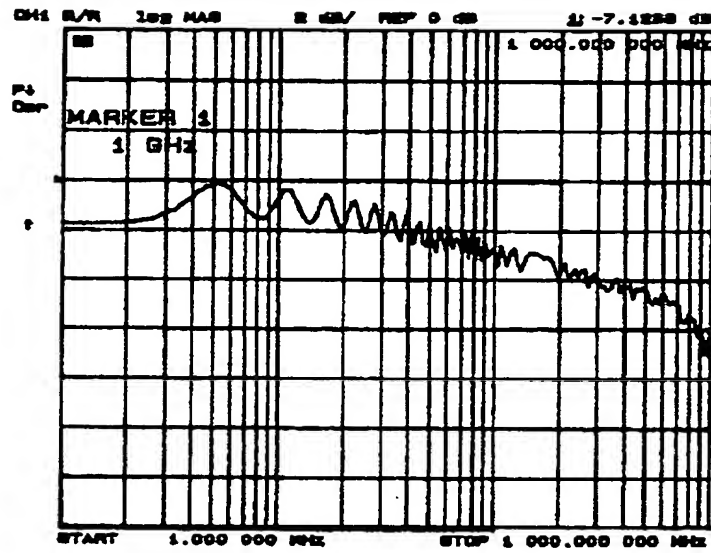
【図 7】



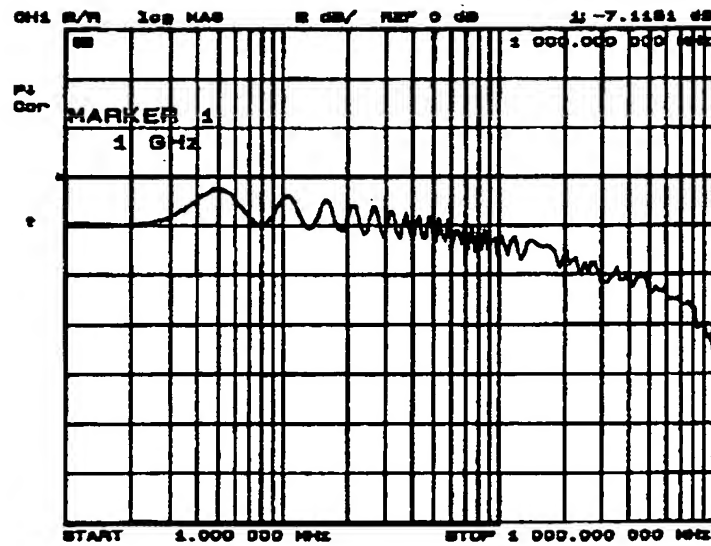
【図 4】



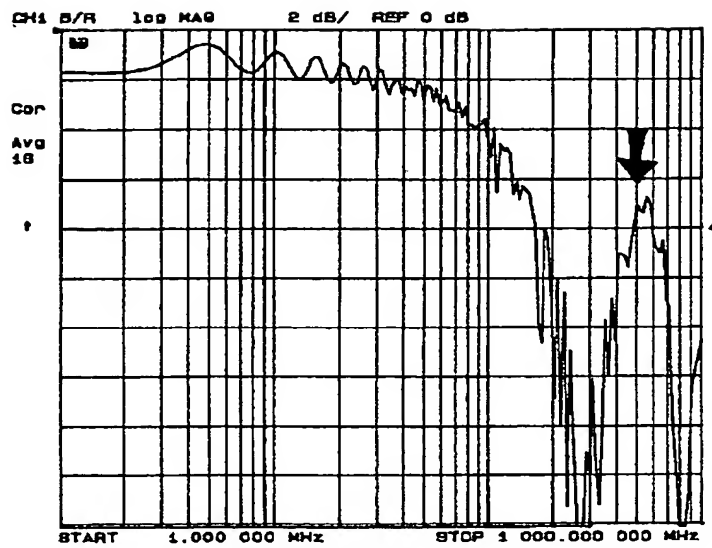
【図5】



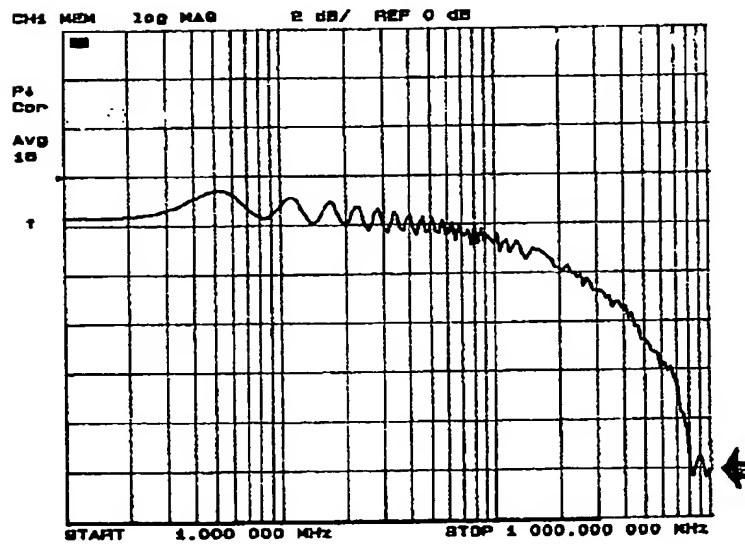
【図6】



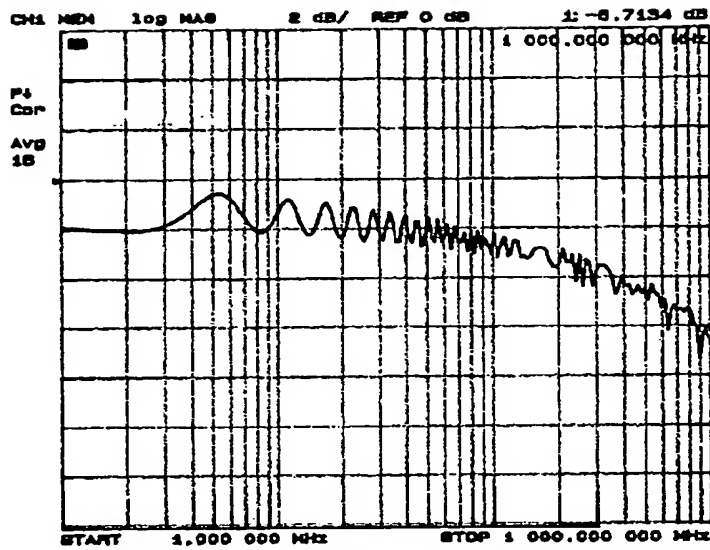
【図8】



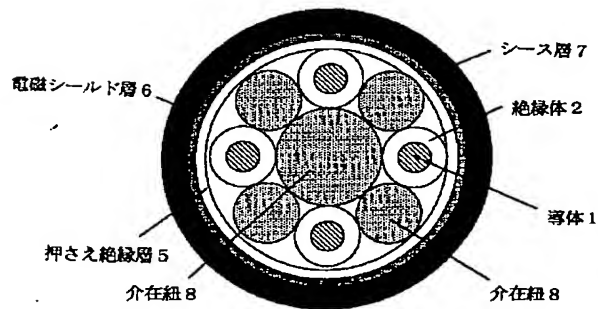
【図9】



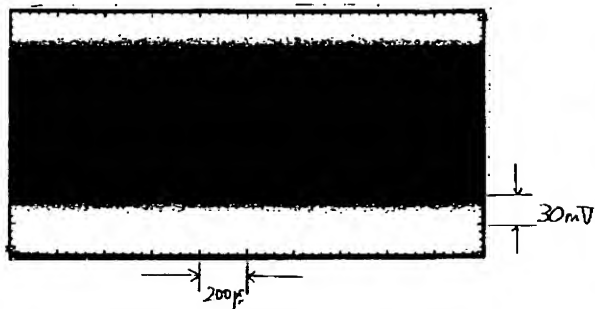
【図10】



【図11】

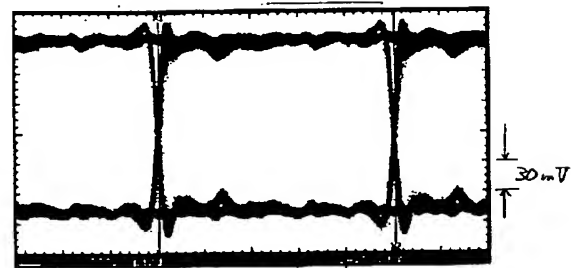


【図13】



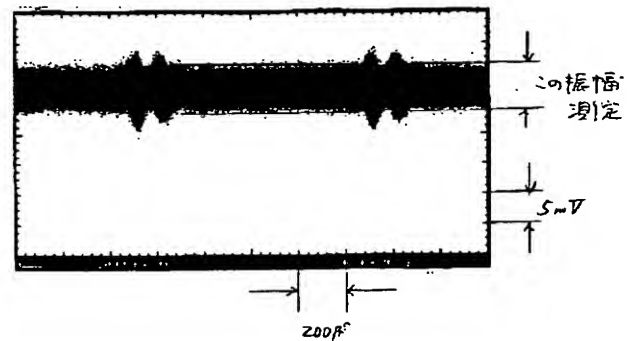
実験例1

【図12】



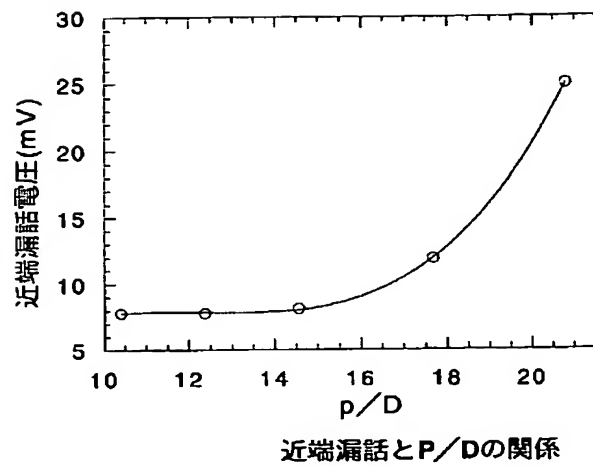
入力波形(アイハターン)

【図14】

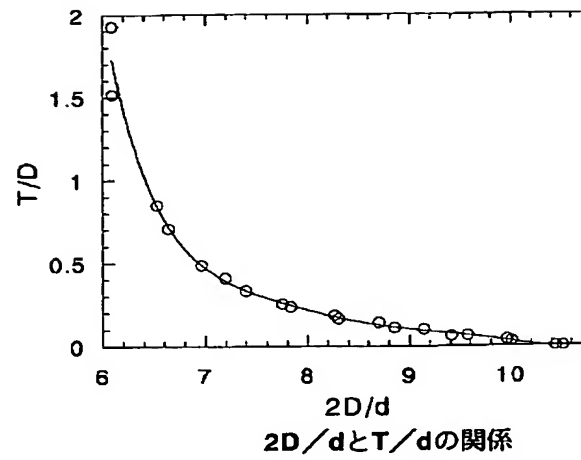


近端漏話波形

【図15】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 正浩
 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
 河電気工業株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.